

524,238

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 4 月 15 日 (15.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/032223 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/60

(21) 国際出願番号: PCT/JP2002/010177

(22) 国際出願日: 2002 年 9 月 30 日 (30.09.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ルネサステクノロジ (RENESAS TECHNOLOGY CORP.) [JP/JP]; 〒100-6334 東京都千代田区丸の内二丁目4番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三浦 俊広

(MIURA, Toshihiro) [JP/JP]; 〒187-8588 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所 半導体グループ内 Tokyo (JP). 神代 岩道 (KO-HJIRO, Iwamichi) [JP/JP]; 〒187-8588 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所 半導体グループ内 Tokyo (JP). 菊池 栄 (KIKUCHI, Sakae) [JP/JP]; 〒187-8588 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株式会社日立製作所 半導体グループ内 Tokyo (JP).

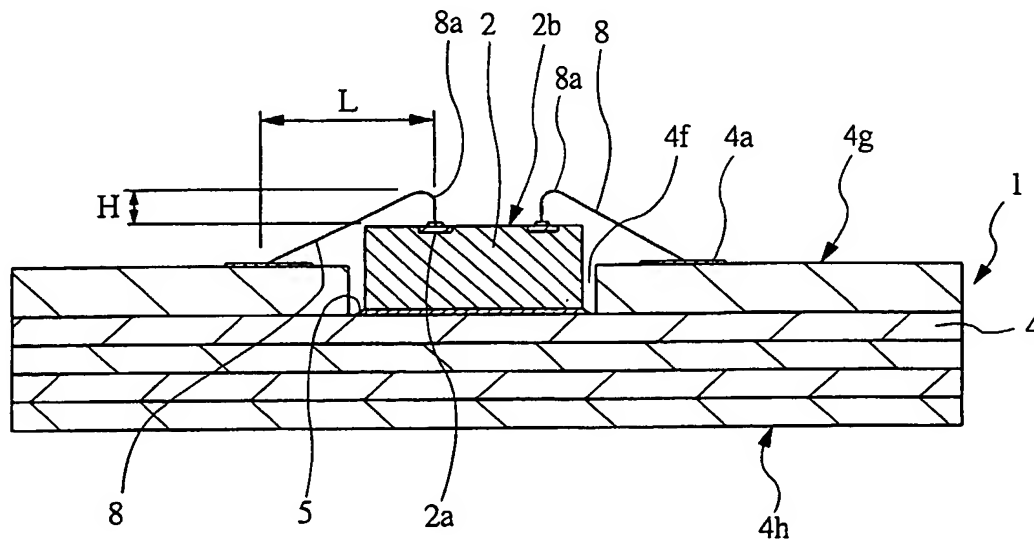
(74) 代理人: 筒井 大和 (TSUTSUI, Yamato); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿8丁目1番1号 アゼリアビル3階 筒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, SG, US.

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置



(57) Abstract: A semiconductor device comprises a semiconductor chip (2) having a plurality of pads (2a) formed on a main surface (2b), a chip component having a connection terminal formed on both ends thereof, a module substrate (4) on which the semiconductor chip (2) and the chip component are mounted, a soldering unit (5) for soldering the chip component to a terminal (4a) of the module substrate (4) and soldering the semiconductor chip (2) to the module substrate (4), a gold wire (8) for connecting the pad (2a) of the semiconductor chip (2) to the terminal (4a) of the corresponding module substrate (4), and a sealing part which covers the semiconductor chip (2), the chip component, the soldering unit (5) and the gold wire (8) and is formed of an elastic resin such as an insulating silicone resin. Disconnection of the gold wire (8) can be prevented by setting the wire height (H) to be 0.2 mm or under and the wire length (L) to be 1.5 mm or under.

(57) 要約: 主面 (2b) に複数のパッド (2a) が形成された半導体チップ (2) と、両端に接続端子が形成されたチップ部品と、半導体チップ (2) と前記チップ部品とが搭載されるモジュール基板 (4) と、前記チップ部品とモジュール基板 (4) の端子 (4a) とを、および半導体チップ

[続葉有]

WO 2004/032223 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(2) とモジュール基板 (4) とを半田によって接続する半田接続部 (5) と、半導体チップ (2) のパッド (2a) とこれに対応するモジュール基板 (4) の端子 (4a) とを接続する金線 (8) と、半導体チップ (2)、前記チップ部品、半田接続部 (5) および金線 (8) を覆うとともに絶縁性のシリコン樹脂などの弾性樹脂によって形成された封止部とからなり、ワイヤ高さ (H) を0.2 mm以下とし、ワイヤ長さ (L) を1.5 mm以下とすることにより、金線 (8) の断線を防止することができる。

明 細 書

半導体装置

5 技術分野

本発明は、半導体製造技術に関し、特に、高周波モジュールに適用して有効な技術に関する。

背景技術

- 10 チップコンデンサやチップ抵抗などの表面実装形のチップ部品と、ヘアチップ実装用の半導体チップとが搭載されたモジュール製品（半導体装置）の一例として、高周波モジュール（RFモジュールまたはRFパワーモジュールともいう）と呼ばれるものが開発されており、チップ部品と半導体チップは半田接続によつてモジュール基板に搭載され、両者とも絶縁性の樹脂によって覆われて保護され
- 15 ている。

なお、チップ部品（表面実装部品）と半導体チップとが搭載され、かつ両者が樹脂によって覆われた構造については、例えば、特開2000-223623号公報や特開2002-208668号公報にその記載がある。

- まず、特開2000-223623号公報には、ワイヤボンディングされた半
- 20 導体チップとそのワイヤとを覆う第1の樹脂の弾性率を、その外側を覆う第2の樹脂の弾性率より大きくすることにより、第1の樹脂を第2の樹脂より硬くして、その結果、熱応力による第1の樹脂の変形を抑制してワイヤの断線を防止する技術が記載されている。

- また、前記特開2002-208668号公報には、半田実装される表面実装
- 25 部品とその半田接続部とを、150℃以上の温度で200MPa以下の弾性率の低弾性樹脂によって覆うことにより、2次実装リフローで半導体装置を実装する際に内部の半田接続部が再溶融しても、その溶融膨張による圧力を低弾性樹脂によって緩和して、表面実装部品とレジンとの界面への半田の流れ出しを防いで表面実装部品の端子間ショートの発生を防止する技術が記載されている。

前記したチップ部品（表面実装部品）と半導体チップとが搭載され、かつ両者が樹脂によって覆われた構造の半導体装置に関し、本発明者は以下の問題点を見出した。

すなわち、特開2002-208668号公報に記載されているように、表面
5 実装部品とその半田接続部とを低弾性樹脂によって覆うと、半導体装置の熱サイクルテストにおいて低弾性樹脂の熱収縮によって発生する応力でワイヤが断線に至るという問題が発生する。

その際、ワイヤの断線は、ワイヤのループ高さや長さに相関関係があることを本発明者は見出したが、特開2002-208668号公報には、ワイヤの断線
10 についての記載は一切無い。

また、特開2000-223623号公報には、ワイヤの断線を防止する技術についての記載はあるものの、ワイヤのループ高さや長さについての記載は無い。

本発明の目的は、ボンディングワイヤの断線を防止する半導体装置を提供することにある。
15

また、本発明のその他の目的は、信頼性の向上を図る半導体装置を提供することにある。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

20

発明の開示

本発明は、半導体チップと、前記半導体チップが搭載される配線基板と、前記半導体チップの表面電極とこれに対応する前記配線基板の端子とを接続する複数のボンディングワイヤと、前記半導体チップおよび前記複数のボンディングワイヤを覆って樹脂封止し、絶縁性の弾性樹脂によって形成された封止部とを有し、
25 前記弾性樹脂が、150℃以上の温度において1~200MPaの弾性率の樹脂であるとともに、前記半導体チップの主面からの前記ボンディングワイヤの頂点までの高さが0.2mm以下である。

また、本発明は、半導体チップと、前記半導体チップが搭載される配線基板と

- 、前記半導体チップの表面電極とこれに対応する前記配線基板の端子とを接続するとともに、前記半導体チップの主面からのワイヤ頂点までの高さがそれぞれ0.2 mm以下である複数のボンディングワイヤと、前記半導体チップおよび前記複数のボンディングワイヤを覆って樹脂封止し、150℃以上の温度において1～200 MPaの弾性率の絶縁性の弾性樹脂によって形成された封止部とを有し、実装基板に半田で接続されるものである。

図面の簡単な説明

- 図1は本発明の実施の形態の半導体装置の一例である高周波モジュールの構造を示す平面図、図2は図1に示す高周波モジュールの構造を示す側面図、図3は図1に示す高周波モジュールの構造を示す底面図、図4は図1に示す高周波モジュールをAから眺めた構造を示す側面図、図5は図1に示す高周波モジュールに搭載される各表面実装部品の配置の一例を示す平面図、図6は図5に示すB-B線に沿って切断した断面の構造を示す部分断面図、図7は図1に示す高周波モジュールにおけるボンディングワイヤの許容範囲の一例を示す断面図、図8は図6に示すチップ部品の半田接続構造の一例を示す拡大部分断面図、図9は図1に示す高周波モジュールの封止部に用いられる低弾性樹脂の温度特性の一例を示す特性図、図10は図1に示す高周波モジュールのワイヤ高さの評価におけるクラック発生数の一例を示す評価結果図、図11は図1に示す高周波モジュールのワイヤ高さの評価における断線発生数の一例を示す評価結果図、図12は図1に示す高周波モジュールにおけるワイヤクラックの一例を示す部分拡大図、図13は図1に示す高周波モジュールにおけるワイヤクラック・断線評価の一例を示すデータ分布図、図14は図1に示す高周波モジュールにおけるワイヤ断線の一例を示す部分拡大図、図15は図1に示す高周波モジュールの実装基板への実装構造の一例を示す部分拡大側面図、図16～図22は本発明の実施の形態の変形例の高周波モジュールの構造を示す部分拡大断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下の実施の形態では特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原

則として繰り返さない。

また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合及び原理的に明らかに特定の数に限定される場合などを除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上で

5 も以下でも良いものとする。

さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップなどを含む）は、特に明示した場合及び原理的に明らかに必須であると考えられる場合などを除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及す
10 るときは、特に明示した場合及び原理的に明らかにそうでないと考えられる場合などを除き、実質的にその形状などに近似または類似するものなどを含むものとする。このことは前記数値及び範囲についても同様である。

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付
15 し、その繰り返しの説明は省略する。

図 1 ～図 4 に示す本実施の形態の半導体装置は、高周波モジュール 1 と呼ばれるモジュール製品であり、モジュール基板 4 に実装部品が半田実装されるとともに、前記実装部品が封止用樹脂によって覆われる構造を有しており、主に、携帯用電話機などの小型の携帯用電子機器などに組み込まれるものである。

20 本実施の形態の高周波モジュール 1 の構成は、図 5 に示すように、主面 2 b に複数のパッド（表面電極）2 a が形成された実装部品である半導体チップ 2 と、両端に接続端子 3 d が形成された実装部品であるチップ部品 3 と、半導体チップ 2 とチップ部品 3 とが搭載される配線基板であるモジュール基板 4 と、チップ部品 3 とモジュール基板 4 の端子 4 a とを、および半導体チップ 2 とモジュール基
25 板 4 とを半田によって接続する図 6 に示す半田接続部 5 と、半導体チップ 2 のパッド 2 a とこれに対応するモジュール基板 4 の端子 4 a とを接続するボンディングワイヤである金線 8 と、半導体チップ 2、チップ部品 3、半田接続部 5 および金線 8 を覆うとともに絶縁性のシリコン樹脂などの弾性樹脂によって形成された図 2 に示す封止部 7 とから成る。

この高周波モジュール 1 では、モジュール基板 4 上に半田接続されるチップ部品 3 をシリコン樹脂などの低弾性の弾性樹脂によって覆うことにより、2 次リフロー（出荷先における実装基板へのリフロー）時に発生する半田接続部 5 の半田再溶融による膨張圧を緩和して、チップ部品 3 と封止部 7 の界面や、封止部 7 とモジュール基板 4 の界面が剥離するのを防いで半田の前記界面への流出を防ぐことを可能にしている。

さらに、低弾性の弾性樹脂を採用したことで高周波モジュール 1 の熱サイクルテストにおいて発生する弾性樹脂の応力が、金線 8 を断線させるのを防止するために、金線 8 のワイヤループ 8 a の高さや長さ範囲に設けた構造のものである

。なお、封止部 7 を形成する弾性樹脂は、内部部品を保護可能な保護力（機械的強度）と、内部半田が再溶融した際の膨張圧を緩和可能な柔軟性とを兼ね備えた低弾性かつ絶縁性の樹脂であり、図 9 に示す弾性率特性を有したシリコン樹脂（シリコンゴム）A や低弾性エポキシ樹脂 B, C, D が好ましく、従来の高弾性エポキシ樹脂 T は不適合である。

そこで、本実施の形態の弾性樹脂（図 9 に示す樹脂 A, B, C, D）の弾性率の許容範囲は、高温時すなわち 2 次リフローの温度（一般的には、約 230℃）や温度サイクルテスト（例えば、-40～+125℃）の高温印加時の条件を考慮して、150℃以上の温度において 200 MPa 以下の弾性率であることが好ましい。

これは、図 9 によって、150℃以上の高温時、高周波モジュール 1 の内部の半田接続部 5 の半田が再溶融した際の膨張圧を緩和可能な弾性率を導き出したものであり、図 9 中、樹脂 A, B, C, D は範囲内であるが、樹脂 T は、範囲外で不適合となる。

さらに、弾性樹脂は、150℃以上の温度において 1 MPa 以上の弾性率を有していることが好ましく、図 9 に示すように樹脂 A, B, C, D は範囲内である。

これは、封止部 7 の内部の表面実装部品を保護するテストを行った結果、少なくとも 1 MPa 以上の弾性率を有していれば、保護可能という結果を考慮しての

ものである。

ただし、より好ましい弾性率は、 150°C 以上の温度において $5\sim 10\text{MPa}$ である。

また、実使用時（常温 25°C ）の温度としても、前記同様、少なくとも 1MPa 以上の弾性率を有していることが条件となり、図9に示すように樹脂A、B、C、Dは範囲内である。

さらに、実使用時（常温 25°C ）の温度で、表面実装部品の保護効果を高めるために、 200MPa 以上の弾性率を有していることが一層好ましく、図9に示すように樹脂B、C、Dは範囲内であるが、樹脂Aは、範囲外である。

ただし、樹脂Aも、 1MPa 以上の弾性率は有しているため、特に問題はない。

なお、図9において、各樹脂の半田流れ出し発生率とは、 260°C でリフローを行った場合の、チップ部品3の電氣的ショートテストを実施した際の不良数とその発生率（％）とを示したものであり、分母はテスト数を表し、一方、分子は不良数を表している。

これによれば、樹脂A、B、C、Dでは、不良発生率が $0\sim 2\%$ と極めて低いのにに対して、不適合となった樹脂Tは、 70% と非常に不良発生率が高い。

以上のことから、弾性樹脂として、例えば、シリコーン樹脂（樹脂A）を採用する場合、高周波モジュール1のリフロー温度マージンおよび機械的強度（保護力）を総合的に考慮すると、その弾性率は、 $2\sim 4\text{MPa}$ が最も良好な範囲である。

言い換えると、例えば、シリコーン樹脂（樹脂A）を採用する場合、高周波モジュール1におけるリフロー温度マージンおよび機械的強度（保護力）を総合的に考慮すると、そのゴム硬度は、ショアー硬度A $70\sim 80$ が最も良好な範囲である。

なお、図9において、領域P（斜線部）は、高周波モジュール1の組み立てにおいて多数個取り基板を分割して個片化する際の弾性樹脂の分割性における最適領域を示すものであり、さらに、領域Q（斜線部）は、弾性樹脂の耐リフロー性の安全領域を示すものである。

また、図9に示す低弾性エポキシ樹脂B、C、Dでは、それぞれに含まれる例えば、シリカなどの含有量が異なっており、これによってそれぞれの特性が少し異なっている。

次に、本実施の形態の高周波モジュール1における金線8のループ高さ（以降、ワイヤ高さと呼ぶ）と長さ（以降、ワイヤ長さと呼ぶ）について説明する。

まず、モジュール基板4の部品実装側の面である表面4gには、図5および図6に示すように、凹部であるキャビティ部4fが形成されており、このキャビティ部4f内に半導体チップ2が配置され、これによって、高周波モジュール1の高さを低くすることができる。

さらに、半導体チップ2のパッド2aとこれに対応するモジュール基板4の端子4aとが金線8によって接続されており、それぞれの金線8にはワイヤループ8aが形成されている。

なお、図7に示すように、ワイヤ高さ（H）は、半導体チップ2の主面2bからワイヤループ8aの頂点まで（金線8の外形ラインまで）の距離であるが、1stボンディングをチップ上と異なる箇所（例えば、モジュール基板4の端子4aなど）に行う場合などには、ワイヤ高さ（H）は、ボンディング開始点（1stボンディング点）からワイヤループ8aの頂点までとする。

また、ワイヤ長さ（L）は、ボンディング開始点（1stボンディング点）からボンディング終点（2ndボンディング点）までの金線8の水平平面への投影距離（ワイヤ水平距離）であり、前記開始点のワイヤ中心から前記終点のワイヤ中心までの水平平面への投影距離である。

ここで、図10、図11は、温度サイクル（-55～150℃）テストによる金線8の状態を示したものであり、図10はクラック6（図12参照）の発生数、図11は断線9（図14参照）の有無をそれぞれ示している。

なお、図10におけるクラックレベルAはワイヤ周りの50%未満のクラック6のことであり、クラックレベルBはワイヤ周りの50%以上のクラック6のことである。

図10に示すように、クラック6については250サイクルから発生し始め、サイクル数が増えるにつれてクラック6の発生割合も増えており、金線8で経時

変化が起こっているものと思われる。

また、図 1 1 に示すように、断線 9 については、1 0 0 0 サイクルでも発生無しという結果が得られた。

5 なお、図 1 4 は、ワイヤ高さを 0.2 2 mm (2 2 0 μ m)、ワイヤ長さを 1. 8 mm として温度サイクル (− 5 5 ~ 1 5 0 °C) テストを行った際のワイヤ状況を図示したものであり、断線 9 が発生している。

本実施の形態の高周波モジュール 1 は、ワイヤ高さでワイヤ長さに範囲を設定することにより、弾性樹脂のストレスによる金線 (ボンディングワイヤ) 8 の断線 9 を防止するものである。

10 そこで、図 1 3 は、温度サイクルテストを 1 0 0 0 サイクル実施した後のクラック有無と断線有りのデータの分布を示したものである。これによれば、ワイヤ長さが 1. 5 mm の場合、あるいはワイヤ高さが 0. 2 mm (2 0 0 μ m) の場合に比較的多くのワイヤクラックが発生しており、これ以上の長さや高さとした場合、ワイヤクラックの発生の割合がさらに高くなるとともに、図 1 4 に示すような
15 断線 9 に至るポテンシャルも高くなると推定できる。

したがって、ワイヤ高さ 0. 2 mm (2 0 0 μ m) 以下で、かつワイヤ長さ 1. 5 mm 以下の領域を推定の安全領域 1 2 とし、また、ワイヤボンディング装置の制約から、製品としての狙い目をワイヤ高さ 0. 1 mm 以上 0. 2 mm 以下で、かつワイヤ長さ 0. 5 mm 以上 1. 5 mm 以下として製造狙い領域 1 3 とした。

20 なお、具体的な製品の狙い目の一例は、ワイヤ高さについては、0. 1 6 mm (1 6 0) μ m であり、またワイヤ長さについては、1. 2 mm である。

これにより、本実施の形態の高周波モジュール 1 では、金線 8 の断線 9 の発生を防止することができる。

また、ワイヤ高さを低く抑え、かつワイヤ長さを短くすることにより、ワイヤ
25 垂れや隣接するワイヤ同士の接触を防ぐことができる。

さらに、樹脂成形時の樹脂流動によるワイヤ変形または隣接するワイヤ同士の接触を防ぐことができる。

また、ワイヤ高さを低く抑え、かつワイヤ長さを短くすることにより、ワイヤ下部に流入する弾性樹脂の量が減るため、弾性樹脂の膨張・収縮の絶対量を減少

させることができ、その結果、熱応力に対する製品の信頼性の向上を図ることができる。

次に、本実施の形態の高周波モジュール 1 において採用する半田について説明する。

5 まず、モジュール基板 4 は、例えば、アルミナセラミックなどによって形成され、表面 4 g とその反対側の裏面 4 h には、図 3 に示すように、複数の外部端子 1 a が設けられている。

10 また、表面 4 g には、半導体チップ 2 以外にセラミックチップコンデンサ、チップ抵抗あるいはチップサーミスタなどのチップ部品 3 が搭載されており、これらの実装部品は、その両端にある接続端子 3 d がそれぞれ半田接続部 5 を介してモジュール基板 4 の端子 4 a に接続されている。

15 その際、半導体チップ 2 が金線 8 を用いてワイヤボンディングされるため、図 8 に示すように、各端子 4 a の表面には、金めっき層 4 b が形成されており、したがって、各チップ部品 3 も、表面に金めっき層 4 b が形成された端子 4 a と半田接続される。

20 なお、チップ部品 3 の接続端子 3 d は、下層から順番に、例えば、A g / P d 電極 3 e と N i 下地めっき層 3 f と半田めっき層 3 g とからなり、また、モジュール基板 4 の端子 4 a は、下層から順番に、C u 銅体 4 c と N i 下地めっき層 4 d と金めっき層 4 b とからなり、さらに、端子 4 a の半田接続部 5 形成箇所以外の領域は、絶縁膜（ソルダレジスト膜）であるオーバーコートガラス 4 e によって覆われて絶縁されている。

25 したがって、モジュール基板 4 では、全ての端子 4 a の表面に金めっき層 4 b が形成されており、チップ部品 3 は、その接続端子 3 d において金めっき層 4 b と半田接続されるとともに、半導体チップ 2 は、そのパッド 2 a が金線 8 と接続され、さらに金線 8 が端子 4 a の金めっき層 4 b と接続されている。

ここで、チップ部品 3 が接続される半田接続部 5 は、鉛（P b）を含まない半田、例えば、すず（S n）、アンチモン（S b）を主成分とする半田を用いることが好ましく、これによって、チップ部品 3 の P b フリー実装を実現でき、さらに、半導体チップ 2 の半田接続部 5 にも同様の鉛を含まない半田を用いることに

より、高周波モジュール1の内部をPbフリーによる半田実装とすることができる。

また、図15に示すように、本実施の形態の高周波モジュール1を実装基板であるマザーボード10に半田実装する際に、その半田実装部11に、鉛(Pb)を含まない半田、例えば、すず(Sn)、銀(Ag)、銅(Cu)を主成分とする半田を用いることが好ましく、これによって、高周波モジュール1のPbフリー実装も実現できる。

このように、高周波モジュール1内の半田実装部品にすず(Sn)、アンチモン(Sb)などを主成分とするPbフリー半田を採用し、また、高周波モジュール1のマザーボード10への半田実装にすず(Sn)、銀(Ag)、銅(Cu)などを主成分とするPbフリー半田を採用することにより、両半田とも融点が230～260℃付近で高いため、高周波モジュール1の実装時に内部のPbフリー半田が溶融することを防ぐことができる。

その結果、半田実装部品とレジンとの界面への半田の流れ出しを防いで半田実装部品における端子間ショートが発生を防止することができる。

次に、本実施の形態の高周波モジュール1の製造方法について説明する。

まず、図5に示すモジュール基板4を準備する。

なお、モジュール基板4には、その表面4gに、半導体チップ2を収納可能な凹部であるキャビティ部4fが形成され、さらに、その周囲には、チップ部品3の接続端子3dと半田接続可能な複数の端子4aが設けられている。また、図3に示すように裏面4hには複数の外部端子1aが設けられている。

その後、各端子4aへの半田ペーストの印刷を行い、半田リフローを行って半導体チップ2やチップ部品3などの複数の表面実装部品を搭載する。その際、すず(Sn)、アンチモン(Sb)を主成分とするPbフリー半田を用いることが好ましい。

その後、ワイヤボンディングを行う。

ここでは、半導体チップ2のパッド2aと、モジュール基板4の端子4aとを金線8を用いてワイヤボンディングする。

その際、ワイヤ高さが0.2mm(200μm)以下、好ましくは、0.1mm(

100 μm) 以上0.2 mm以下となるようにワイヤボンディングする。

一方、ワイヤ長さは、1.5 mm以下、好ましくは、0.5 mm以上1.5 mm以下となるようにワイヤボンディングする。

一例としては、ワイヤ高さが0.16 mm (160) μm で、またワイヤ長さは
5 1.2 mmである。

ワイヤボンディング後、樹脂封止を行う。

ここでは、シリコン樹脂などの絶縁性で、かつ低弾性の弾性樹脂を用いて封止部7を形成し、この封止部7によって半導体チップ2やチップ部品3および金線8を封止する。

10 次に、本実施の形態の変形例の高周波モジュール1について説明する。

まず、図16に示す変形例の高周波モジュール1は、半導体チップ2の主面2bがモジュール基板4の表面4gより引っ込んだ形態のものである。すなわち、半導体チップ2の主面2bの高さがモジュール基板4の表面4gより低い状態のものであり、キャビティ部4fの深さが比較的深い場合に、このような構造に
15 することができる。

また、図17に示す変形例の高周波モジュール1は、半導体チップ2の主面2bとモジュール基板4の表面4gとがほぼ同じ高さの形態のものである。

さらに、図18に示す変形例の高周波モジュール1は、キャビティ部4fが2段構造のものであり、半導体チップ2が配置されるキャビティ部4fの内周の壁
20 部に、半導体チップ2の主面2bとほぼ同じ高さで、かつワイヤループ8aの高さより少し深い程度の深さの位置に段差部4iが形成されており、この段差部4iに金線8が接続される端子4aが設けられている2段構造のキャビティ部4fを有しているものである。

この場合にも、ボンディングツールとの関係で半導体チップ2側を1stボンディング側としてワイヤボンディングを行う方が好ましいが、その反対に端子4a側を1stボンディング側としてワイヤボンディングを行ってもよい。
25

なお、図18に示す高周波モジュール1では、金線8も全て2段構造のキャビティ部4f内に収まるため、高周波モジュール1の高さを低くすることができる。
。

さらに、図 1 9 に示す高周波モジュール 1 は、モジュール基板 4 に図 1 6 に示すようなキャビティ部 4 f が形成されていないキャビティレス構造のものである。

5 このようなキャビティレス構造のモジュール基板 4 では、基板の構造を容易にすることができ、モジュール基板 4 のコストを下げ、高周波モジュール 1 のコストの低減化を図ることができる。

10 なお、図 1 6 から図 1 9 に示す変形例の高周波モジュール 1 においても、図 1 から図 7 に示す本実施の形態の高周波モジュール 1 と同様に、ワイヤ高さやワイヤ長さまたは P b フリー半田などに同様の設定を設けて組み立てることが可能である。

すなわち、図 1 6 から図 1 9 に示す変形例の高周波モジュール 1 に対しても本実施の形態で説明したワイヤボンディングや P b フリー半田による半田接続を適用することが可能であり、ワイヤ断線を防止するなど図 1 から図 7 に示す本実施の形態の高周波モジュール 1 と同様の効果を得ることができる。

15 次に、図 2 0 に示す変形例の高周波モジュール 1 は、凹部であるキャビティ部 4 f を複数有したものであり、複数のキャビティ部 4 f それぞれに半導体チップ 2 が搭載され、かつ半導体チップ 2 間においてもワイヤボンディングするものである。

20 また、図 2 1 に示す変形例の高周波モジュール 1 は、半導体チップ 2 とチップ部品 3 との間でもワイヤボンディングを行うものである。

さらに、図 2 2 に示す変形例の高周波モジュール 1 は、チップ部品 3 間でワイヤボンディングを行うものである。

25 図 2 0 ～図 2 2 に示す変形例の高周波モジュール 1 においても、図 1 から図 7 に示す本実施の形態の高周波モジュール 1 と同様に、ワイヤ高さやワイヤ長さまたは P b フリー半田などに同様の設定を設けて組み立てることが可能であり、その結果、ワイヤ断線を防止するなど図 1 から図 7 に示す本実施の形態の高周波モジュール 1 と同様の効果を得ることができる。

以上、本発明者によってなされた発明を発明の実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記発明の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨

を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

例えば、前記実施の形態では、低弾性の弾性樹脂が、シリコーン樹脂の場合を一例として取り上げて説明したが、前記弾性樹脂は、前記実施の形態で説明した弾性率の許容範囲のものであれば、ゲル状のものなどであってもよい。

- 5 また、前記実施の形態では、半導体装置が、高周波モジュール 1 の場合を説明したが、前記半導体装置は、半田実装される実装部品を備えるとともこの実装部品がワイヤボンディングされ、かつ前記実装部品が弾性樹脂によって樹脂封止される構造のものであれば、他のモジュール製品などであってもよい。

- 10 また、実装部品は、チップ部品や半導体チップに限定されずに、半田実装される実装部品であれば、他の電子部品などであってもよい。

産業上の利用可能性

- 15 以上のように、本発明の半導体装置は、ワイヤボンディングを行って組み立てられるとともに、低弾性の樹脂によって樹脂封止されるモジュール製品に好適であり、特に、半導体チップやチップ部品が搭載される高周波モジュールに好適である。

請 求 の 範 囲

1. 半導体チップと、

前記半導体チップが搭載される配線基板と、

前記半導体チップの表面電極とこれに対応する前記配線基板の端子とを接続す

5 る複数のボンディングワイヤと、

前記半導体チップおよび前記複数のボンディングワイヤを覆って樹脂封止し、
絶縁性の弾性樹脂によって形成された封止部とを有し、

前記弾性樹脂が、150℃以上の温度において1～200MPaの弾性率の樹脂
脂であるとともに、前記半導体チップの主面からの前記ボンディングワイヤの頂
10 点までの高さが0.2mm以下であることを特徴とする半導体装置。

2. 請求の範囲第1項記載の半導体装置であって、前記半導体チップの主面から
の前記ボンディングワイヤの頂点までの高さが0.1mm以上0.2mm以下である
ことを特徴とする半導体装置。

3. 請求の範囲第1項記載の半導体装置であって、前記ボンディングワイヤにお
15 けるボンディング開始点から終了点までの間のワイヤ水平距離が1.5mm以下で
あることを特徴とする半導体装置。

4. 請求の範囲第3項記載の半導体装置であって、前記ワイヤ水平距離が0.5m
m以上1.5mm以下であることを特徴とする半導体装置。

5. 請求の範囲第1項記載の半導体装置であって、前記弾性樹脂が、シリコン
20 樹脂であることを特徴とする半導体装置。

6. 請求の範囲第1項記載の半導体装置であって、前記配線基板上に、両端に接
続端子が形成されたチップ部品が半田接続され、前記半田は、すず（Sn）、ア
ンチモン（Sb）を主成分とする半田であることを特徴とする半導体装置。

7. 請求の範囲第1項記載の半導体装置であって、前記配線基板上に、両端に接
25 続端子が形成されたチップ部品が半田接続され、前記半田は、鉛（Pb）を含ま
ない半田であることを特徴とする半導体装置。

8. 請求の範囲第1項記載の半導体装置であって、前記弾性樹脂は、150℃以
上の温度において5～10MPaの弾性率の樹脂であることを特徴とする半導体
装置。

9. 請求の範囲第1項記載の半導体装置であって、前記配線基板に凹部が形成され、前記半導体チップは前記凹部に配置されていることを特徴とする半導体装置。

10. 半導体チップと、

5 前記半導体チップが搭載される配線基板と、

前記半導体チップの表面電極とこれに対応する前記配線基板の端子とを接続する複数のボンディングワイヤと、

前記半導体チップおよび前記複数のボンディングワイヤを覆って樹脂封止し、

15 150℃以上の温度において1～200MPaの弾性率の絶縁性の弾性樹脂であるシリコン樹脂によって形成された封止部とを有し、

前記半導体チップの主面からの前記ボンディングワイヤの頂点までの高さが0.2mm以下であるとともに、前記ボンディングワイヤにおけるボンディング開始点から終了点までの間のワイヤ水平距離が1.5mm以下であることを特徴とする半導体装置。

15 11. 半導体チップと、

前記半導体チップが搭載される配線基板と、

前記半導体チップの表面電極とこれに対応する前記配線基板の端子とを接続する複数のボンディングワイヤと、

前記半導体チップおよび前記複数のボンディングワイヤを覆って樹脂封止し、

20 絶縁性の弾性樹脂によって形成された封止部とを有し、

前記弾性樹脂が、150℃以上の温度において1～200MPaの弾性率の樹脂であるとともに、ボンディング開始点からの前記ボンディングワイヤの頂点までの高さが0.2mm以下であることを特徴とする半導体装置。

25 12. 請求の範囲第11項記載の半導体装置であって、前記ボンディングワイヤにおけるボンディング開始点から終了点までの間のワイヤ水平距離が1.5mm以下であることを特徴とする半導体装置。

13. 半導体チップと、

前記半導体チップが搭載される配線基板と、

前記半導体チップの表面電極とこれに対応する前記配線基板の端子とを接続す

るとともに、前記半導体チップの主面からのワイヤ頂点までの高さがそれぞれ0.2 mm以下である複数のボンディングワイヤと、

前記半導体チップおよび前記複数のボンディングワイヤを覆って樹脂封止し、150℃以上の温度において1～200 MPaの弾性率の絶縁性の弾性樹脂によって形成された封止部とを有する半導体装置であって、

前記半導体装置は、実装基板に半田で接続されることを特徴とする半導体装置。

14. 請求の範囲第13項記載の半導体装置であって、前記ボンディングワイヤにおけるボンディング開始点から終了点までの間のワイヤ水平距離が1.5 mm以下であることを特徴とする半導体装置。

15. 請求の範囲第13項記載の半導体装置であって、前記半導体装置は、鉛（Pb）を含まない半田で前記実装基板に接続されることを特徴とする半導体装置。

16. 請求の範囲第13項記載の半導体装置であって、前記半導体装置は、すす（Sn）、銀（Ag）、銅（Cu）を主成分とする半田で前記実装基板に接続されることを特徴とする半導体装置。

図 1

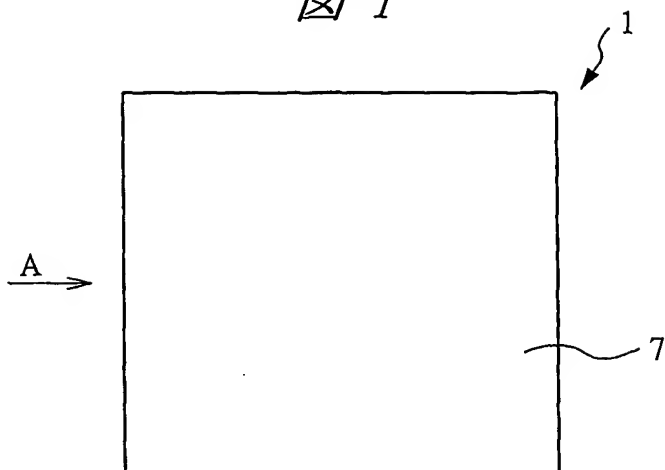


図 2

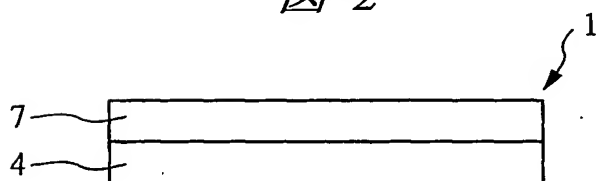


図 3

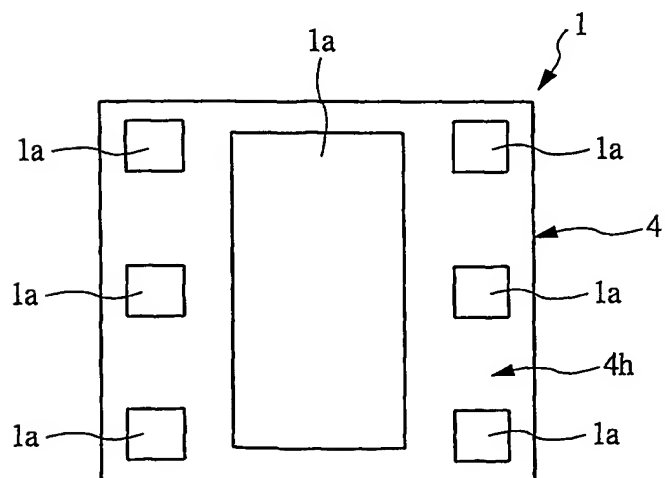


図 4

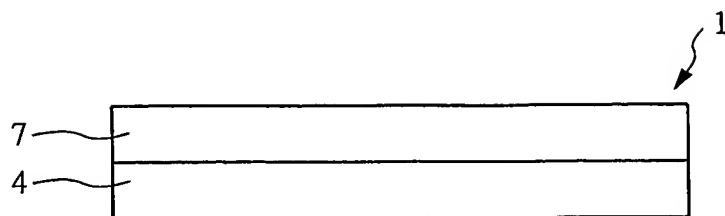


図 5

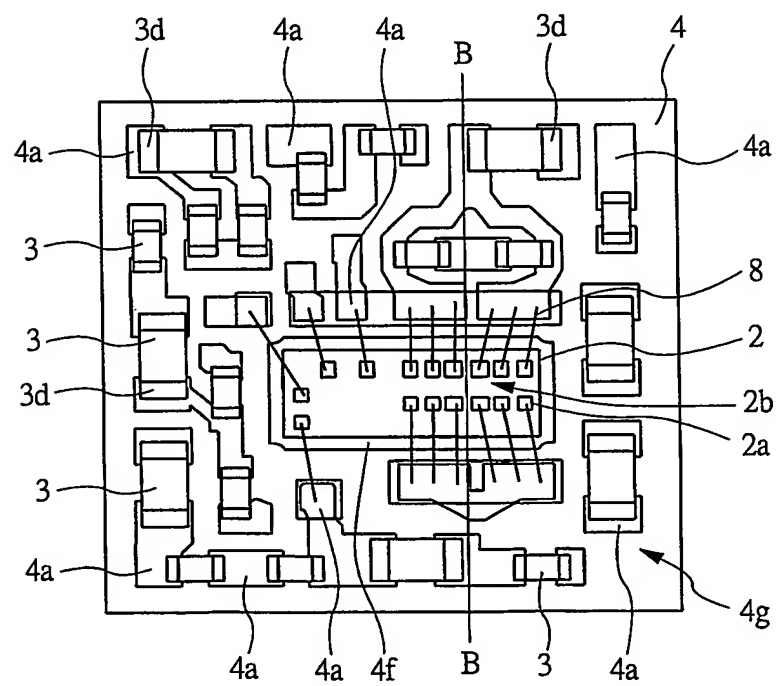


図 6

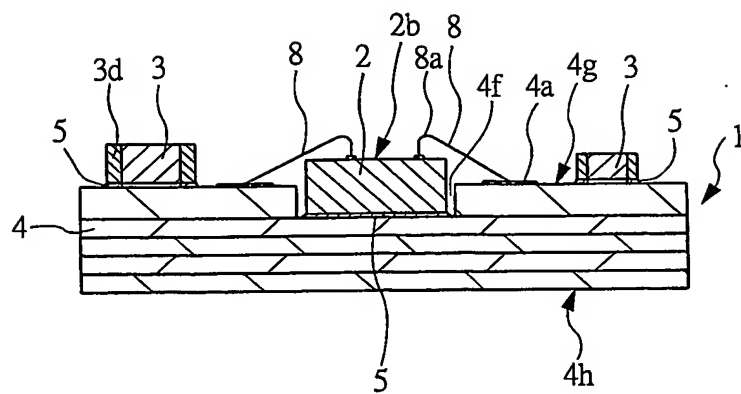


図 7

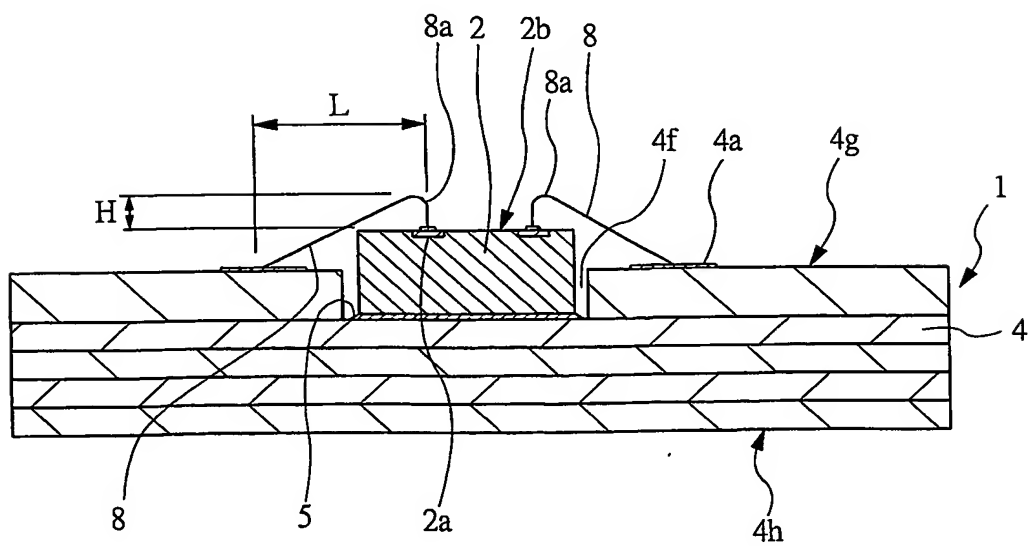


図 8

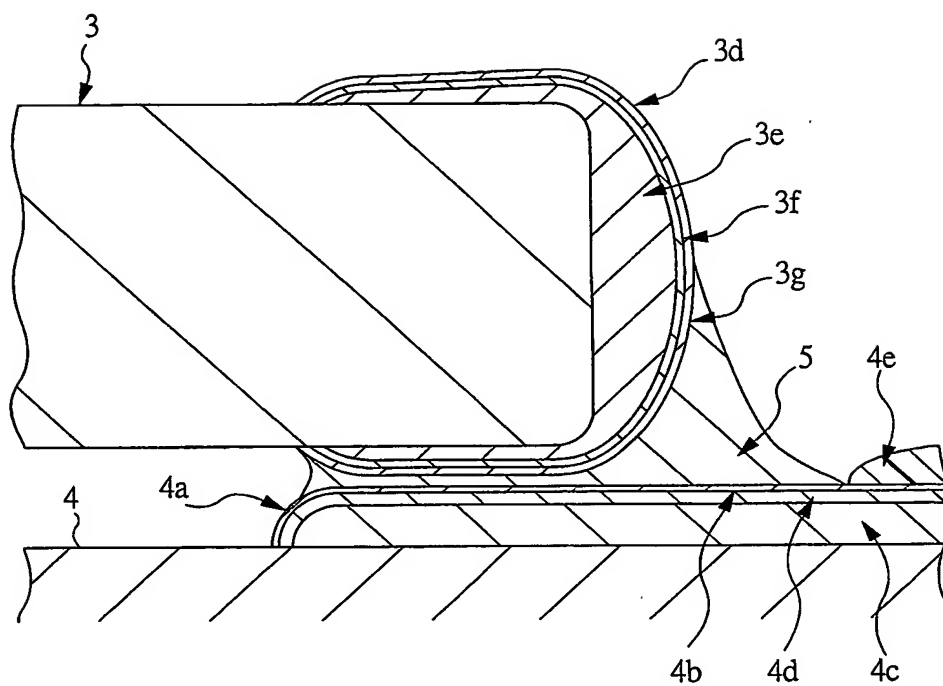


図 9

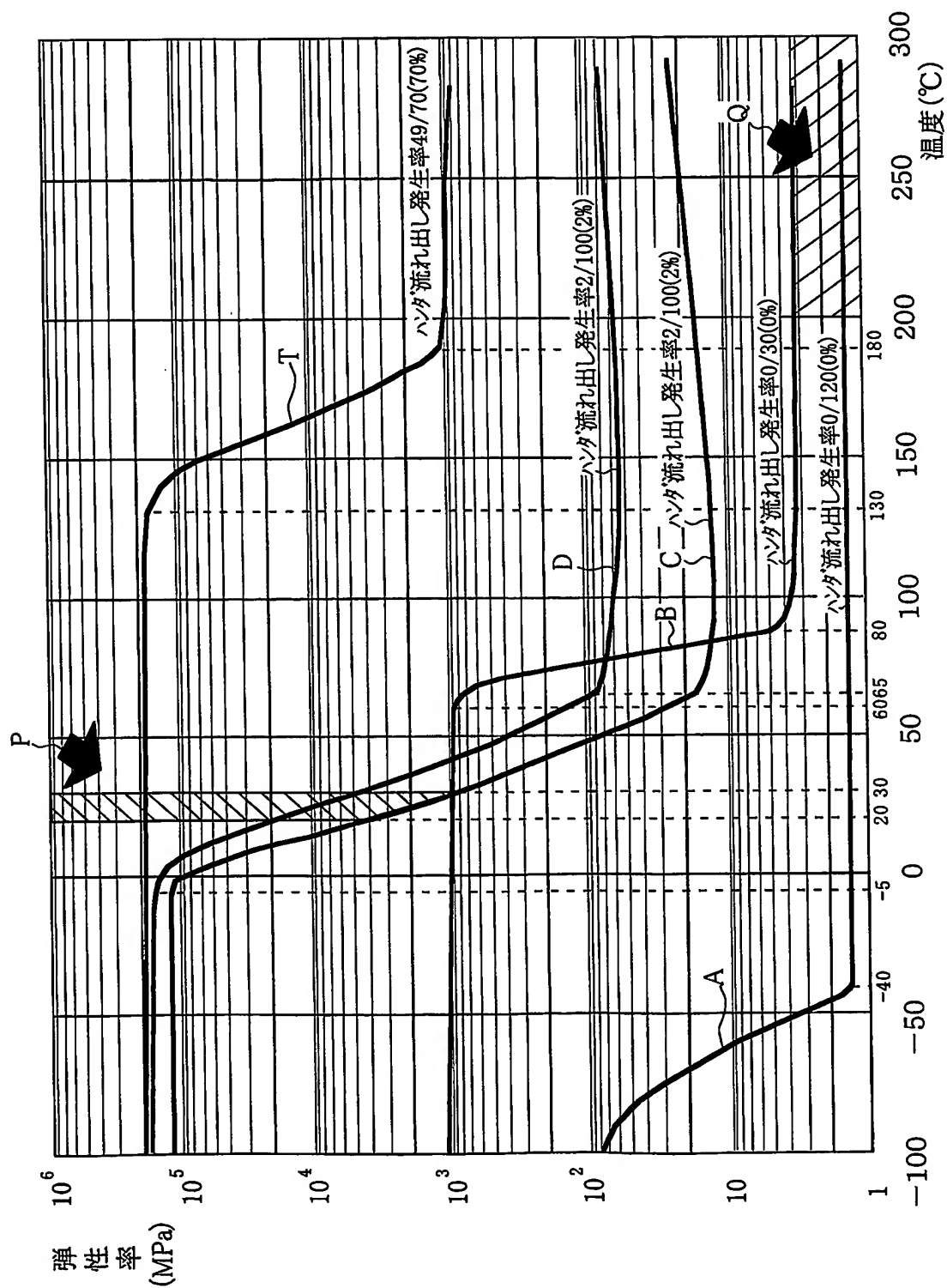


図 10

クラックレベル	100サイクル		250サイクル		500サイクル		700サイクル		1000サイクル	
A	0/15	0%	5/15	33%	8/15	60%	4/15	60%	8/15	87%
B	0/15		0/15		1/15		5/15		5/15	

図 11

100サイクル		250サイクル		500サイクル		700サイクル		1000サイクル	
0/15	0%	0/15	0%	0/15	0%	0/15	0%	0/15	0%

図 12

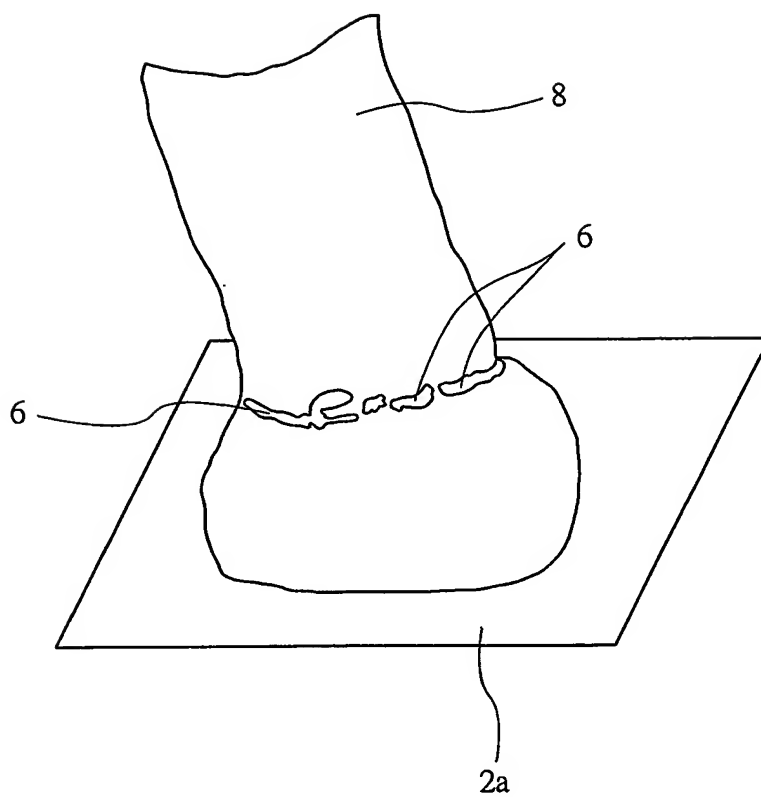


図 13

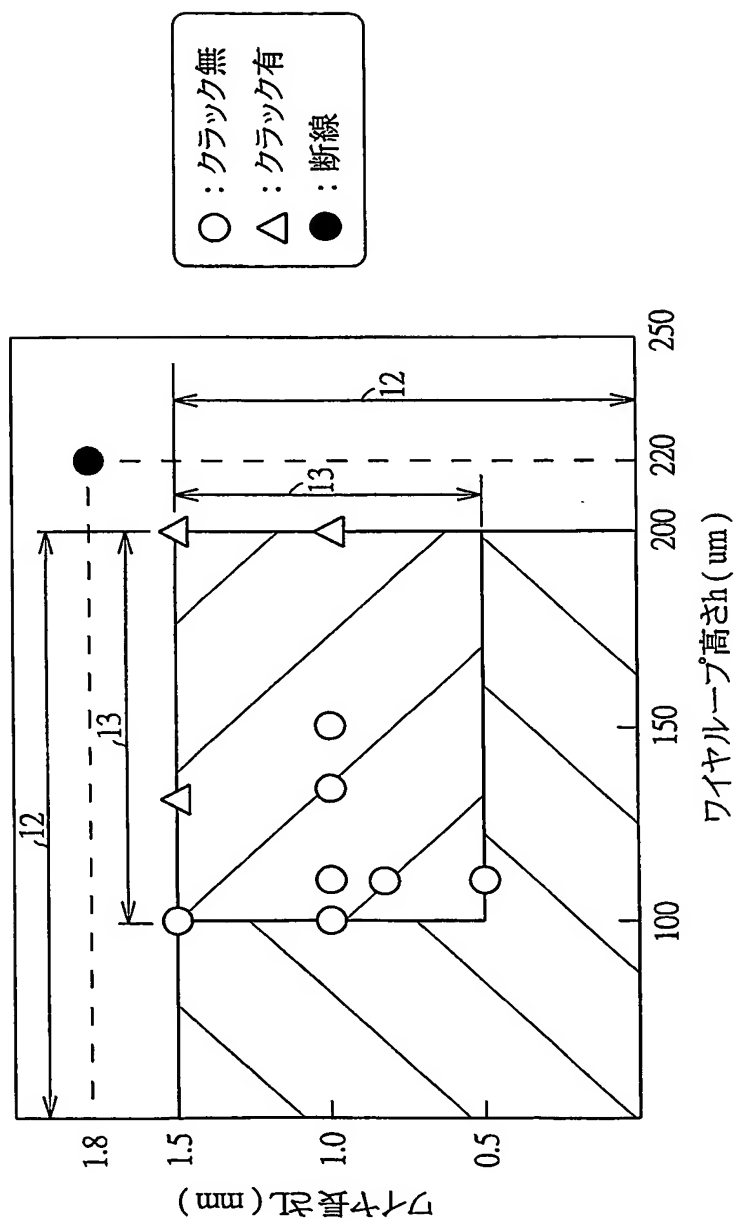


図 14

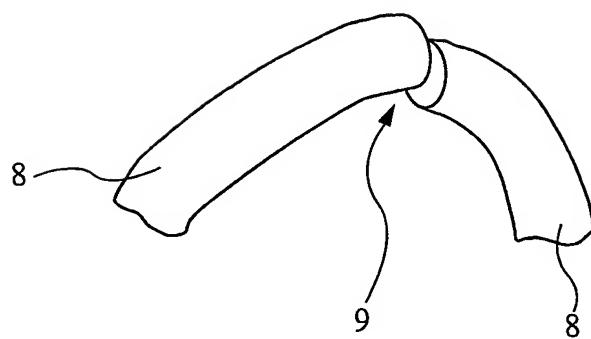


図 15

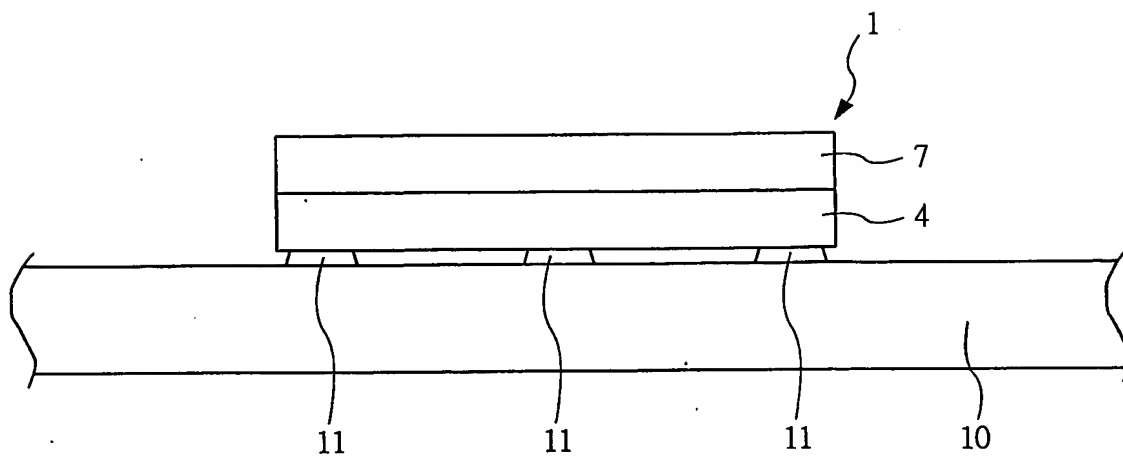


図 16

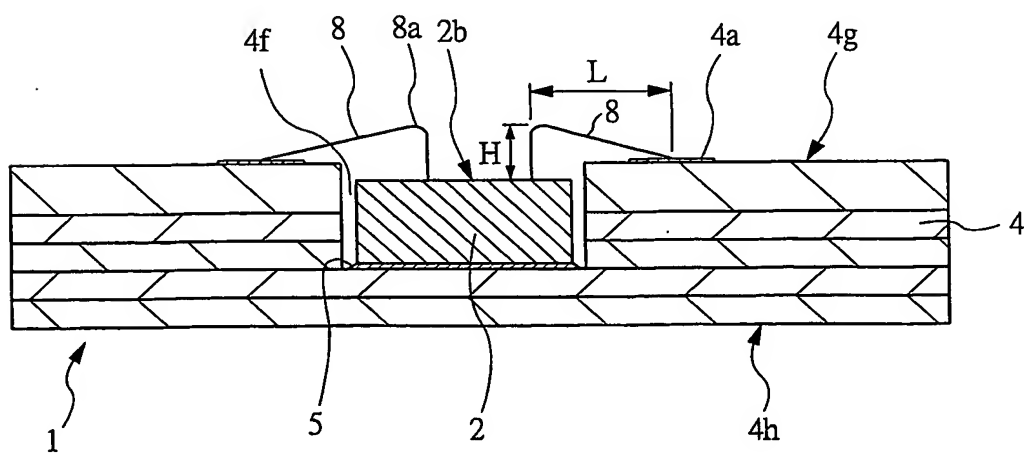


図 17

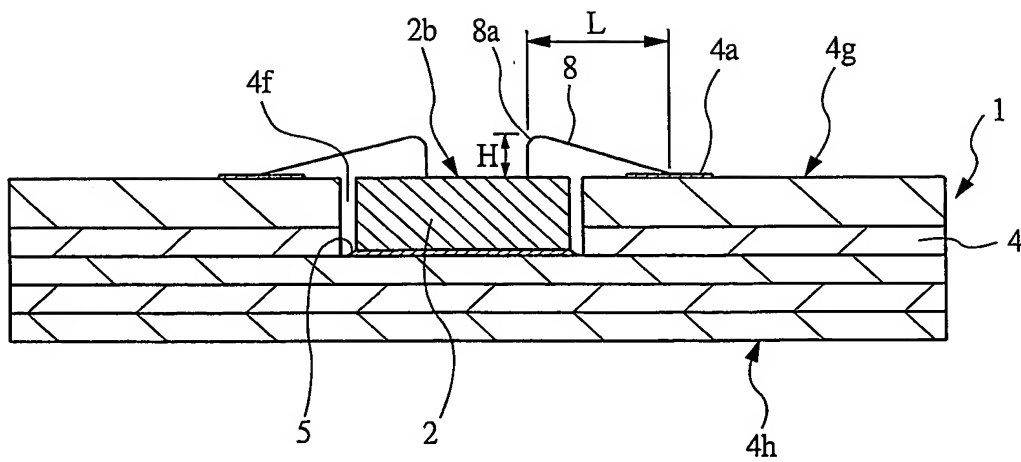


図 18

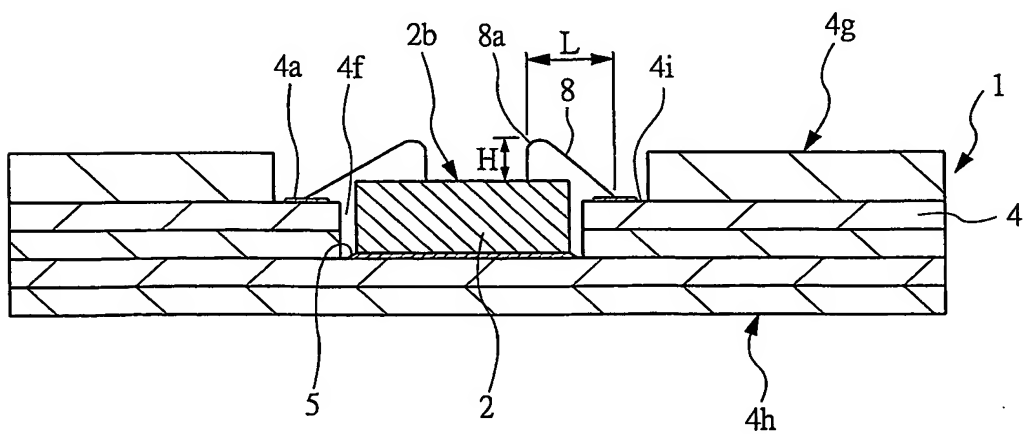


図 19

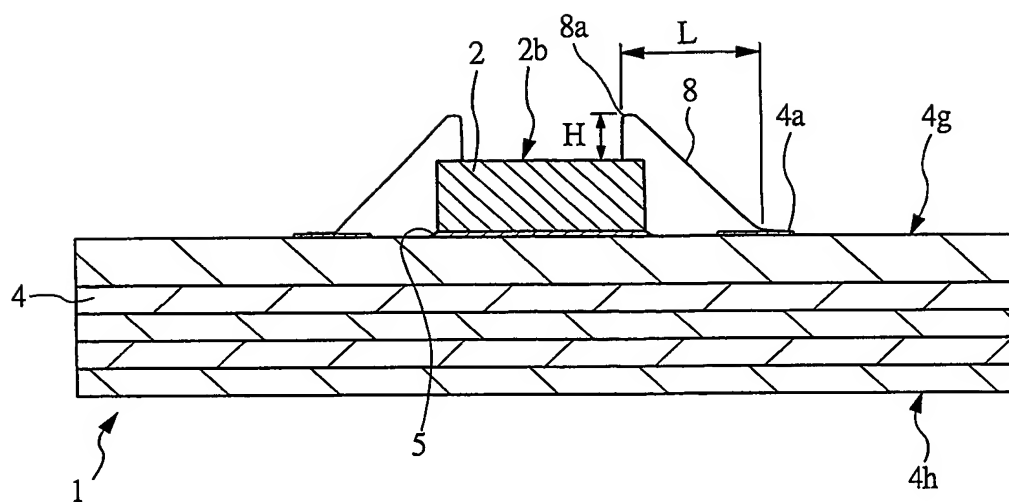


図 20

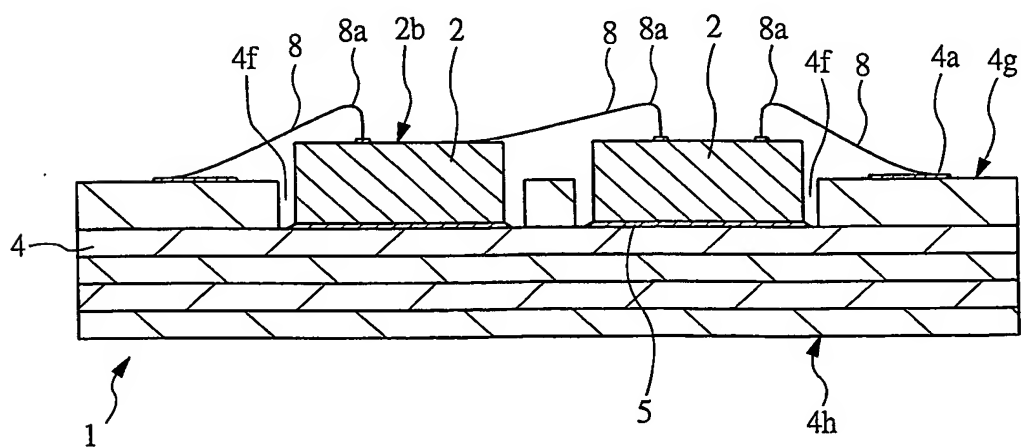


図 21

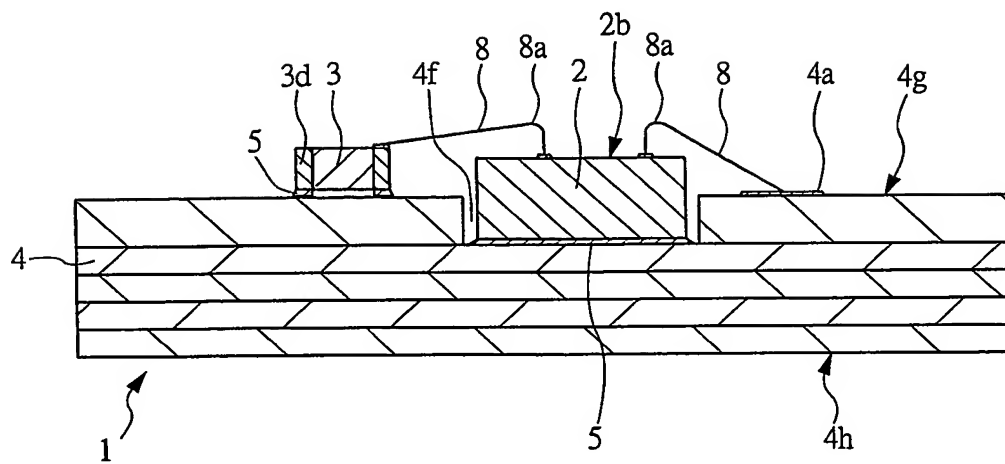
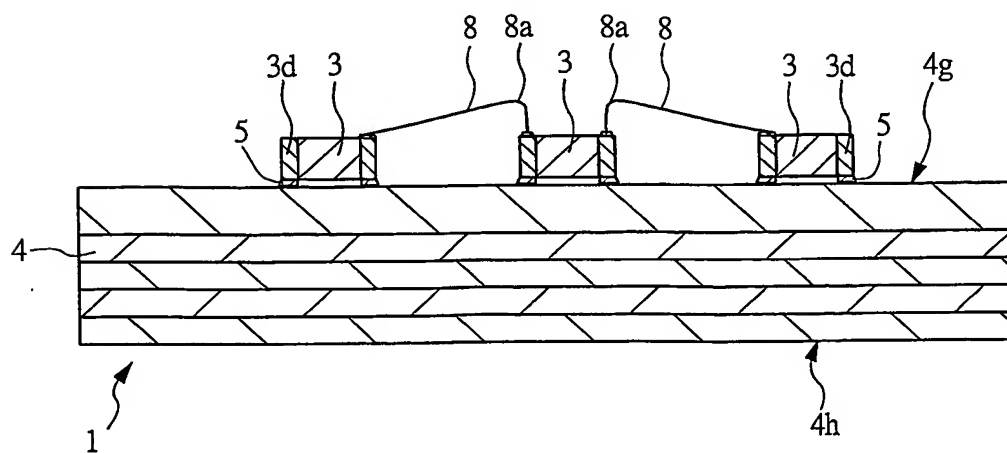


図 22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10177

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L21/52, 21/56, 21/60, 23/12, 23/28, 25/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-208668 A (Hitachi, Ltd.), 26 July, 2002 (26.07.02), Par. Nos. [0043], [0045], [0053], [0149]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-16
A	JP 3-227543 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 October, 1991 (08.10.91), Page 2, lower right column, lines 4 to 6; Fig. 5 (Family: none)	1-4, 10-14
A	JP 2000-21920 A (Sony Corp.), 21 January, 2000 (21.01.00), Par. No. [0023]; Figs. 3, 4 (Family: none)	1-4, 10-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
20 December, 2002 (20.12.02)

Date of mailing of the international search report
14 January, 2003 (14.01.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP02/10177

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-313459 A (TDK Corp.), 09 November, 2001 (09.11.01), Par. Nos. [0074], [0075]; Fig. 9 (Family: none)	6, 7, 15, 16
A	JP 2001-237252 A (Hitachi, Ltd.), 31 August, 2001 (31.08.01), Par. Nos. [0013], [0078], [0093]; Fig. 1 (Family: none)	6, 7, 15, 16
A	JP 62-291128 A (NEC Corp.), 17 December, 1987 (17.12.87), Fig. 1 (Family: none)	9
A	JP 6-349969 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 22 December, 1994 (22.12.94), Figs. 1, 3 (Family: none)	9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/60

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/52, 21/56, 21/60, 23/12, 23/28, 25/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-208668 A (株式会社日立製作所) 2002. 07. 26, 段落0043, 段落0045, 段落0053, 段落0149, 図1-3 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 3-227543 A (三菱電機株式会社) 1991. 10. 08, 第2頁右下欄第4-6行, 図5 (ファミリーなし)	1-4, 10-14

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの。
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 12. 02

国際調査報告の発送日

14.01.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

守安 太郎



4 R

9347

電話番号 03-3581-1101 内線 3470

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-21920 A (ソニー株式会社) 2000.01.21, 段落0023, 図3, 図4 (ファミリーなし)	1-4, 10-14
A	JP 2001-313459 A (ティーディーケー株式会社) 2001.11.09, 段落0074, 段落0075, 図9 (ファミリーなし)	6, 7, 15, 16
A	JP 2001-237252 A (株式会社日立製作所) 2001.08.31, 段落0013, 段落0078, 段落0093, 図1 (ファミリーなし)	6, 7, 15, 16
A	JP 62-291128 A (日本電気株式会社) 1987.12.17, 図1 (ファミリーなし)	9
A	JP 6-349969 A (松下電工株式会社) 1994.12.22, 図1, 図3 (ファミリーなし)	9